

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-315988

(43)Date of publication of application : 20.12.1989

(51)Int.Cl.

H05B 33/12  
G09F 9/30

(21)Application number : 63-147132

(71)Applicant : HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 15.06.1988

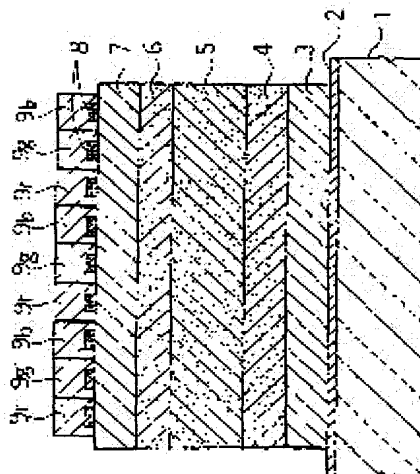
(72)Inventor : FUKAO RYUZO  
OIWA TSUNEMI  
KAWAKAMI AKIRA

## (54) FULL COLOR DISPLAY TYPE FILM ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To emit light in 3 elementary colors of red, green and blue and a color between them or white at a high luminous efficiency and a high luminance by installing a light emitting layers in a 3-layer structure consisting of specific emitters to take off 3 kinds of light emission through filters.

CONSTITUTION: A back-side electrode 2, an insulation layer 3, a ZnS:Tb, F light emitting layer 4, SrS:Ce light emitting layer 5, ZnS:Mn light emitting layer 6 and a display side insulation layer 7 are laminated in order on a substrate 1. Electrodes 2 and 8 are formed in a parallel stripe pattern in such a direction that films made of transparent conductive material perpendicularly intersect each other. Transmission filters 9r, 9g and 9b for red light, green light and blue light are alternately installed in the same order and both directions such that they cover the respective stripes of the electrode 8. The light emitting layers 4, 5 and 6 green, blue green and yellow orange, and those mixed light emissions emit red, green blue at the display side with prescribed wavelength cut off through the filters 9r, 9g and 9b. According to the composition of the mixed light emissions, red, green and blue and all the colors between them or white can be emitted at a high efficiency and a high luminance.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-315988

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>H 05 B 33/12  
G 09 F 9/30

識別記号

3 6 5

庁内整理番号

7254-3K  
A-7335-5C

⑬ 公開 平成1年(1989)12月20日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑭ 発明の名称 フルカラー表示型薄膜エレクトロルミネッセンス素子

⑰ 特 願 昭63-147132

⑱ 出 願 昭63(1988)6月15日

⑲ 発 明 者 深 尾 隆 三 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社  
内⑲ 発 明 者 大 岩 恒 美 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社  
内⑲ 発 明 者 川 上 章 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社  
内

⑳ 出 願 人 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

㉑ 代 理 人 弁理士 祢宜元 邦夫

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

フルカラー表示型薄膜エレクトロルミネッセンス素子

## 2. 特許請求の範囲

(1) 透光性の表示側電極と背面側電極との間に発光層および絶縁層が配設されてなる薄膜エレクトロルミネッセンス素子において、上記発光層がZnS:Mn発光層とZnS:Tb, F発光層とSrS:Ce発光層との3層からなるとともに、表示側表面に赤色光透過フィルターと緑色光透過フィルターと青色光透過フィルターとが面方向に交互に形成されてなるフルカラー表示型薄膜エレクトロルミネッセンス素子。

(2) 両電極の少なくとも一方が多数の電極部に区割され、各電極部に対応する各表示側表面部に上記三種のフィルターのうちのいずれか一種のみを有し、隣接する上記各表面部のフィルター同志が互いに異なるものである請求項(1)に記載のフルカラー表示型薄膜エレクトロルミネッセンス素子。

(3) SrS:Ce発光層がZnS:Mn発光層とZnS:Tb, F発光層との間に配置された請求項(1)または(2)に記載のフルカラー表示型薄膜エレクトロルミネッセンス素子。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明はディスプレイ装置などに使用されるエレクトロルミネッセンス(以下、ELという)素子、とくに赤、緑、青の3原色とこれらの間の全ての間色ならびに白色つまりフルカラーの発光表示が可能な薄膜EL素子に関する。

〔従来の技術〕

従来、フルカラーの発光表示を行う薄膜EL素子として、ZnS:Tb, F発光層を有する緑色発光EL素子とZnS:Sm, F発光層を有する赤色発光EL素子を積層し、この積層物にさらにZnS:Tm, F発光層を有する青色発光EL素子を重ね合わせたもの(第31回春季応用物理学会予稿集)や、CaS:Eu発光層を有する赤色発光EL素子とSrS:Ce発光層を有する青緑

色発光 E L 素子を積層するとともに、青緑色発光 E L 素子の表面に青色光透過フィルターと緑色光透過フィルターとを面方向に交互に設けて青緑色発光を青色成分と緑色成分とに分離してフルカラー化するもの (Proceeding of '87 SID Int. Symp.) などが提案されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上記前者の 3 種の E L 素子を積層したものでは、素子全体としての薄膜積層数が非常に多くなることから特性的に不安定になりやすく素子形成にも多大の手間を要する上、赤色および青色発光体として用いる  $Zn:S$ ,  $F$  と  $ZnS:Tm$ ,  $F$  はともに輝度が低いため、E L パネルなどの表示装置としては輝度不足で実用性に乏しいという問題があった。また、上記後者の 2 種の E L 素子を積層して青色および緑色の発光をフィルターを介して行うものでは、やはり赤色と緑色の発光輝度が低いため、E L パネルなどとしては実用性に乏しかった。

なお、フルカラー表示用として実用的な発光輝

度は、カラー C R T (Cathode Ray Tube) に相当する値として、5 KHz 駆動で赤色では  $2,000\text{ cd/m}^2$  以上、同じく緑色では  $4,600\text{ cd/m}^2$  以上、同じく青色では  $6,000\text{ cd/m}^2$  以上がそれぞれ必要とされている。

この発明は、上記従来の課題を解決し、赤、緑、青のいずれかの発光でも実用的に十分な輝度が得られ、かつ発光効率も高く、しかも素子構成が簡素で製作容易なフルカラー表示型薄膜 E L 素子を提供することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

この発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、発光層をそれぞれ特定の発光体からなる 3 層構造とするとともに、これら発光層の発光を 3 種のフィルターを通して取り出すようにした場合に、赤、緑、青の 3 原色ならびにこれら原色間の全ての中間色ならびに白色の発光が高輝度かつ高発光効率で得られ、しかも素子構成が簡素で容易に製作しうることを見出し、この発明をなすに至った。

3

すなわち、この発明は、透光性の表示側電極と背面側電極との間に発光層および絶縁層が配設されてなる薄膜 E L 素子において、上記発光層が  $ZnS:Mn$  発光層と  $ZnS:Tb$ ,  $F$  発光層と  $SrS:Ce$  発光層との 3 層からなるとともに、表示側表面に赤色光透過フィルターと緑色光透過フィルターと青色光透過フィルターとが面方向に交互に形成されてなるフルカラー表示型薄膜 E L 素子に係るものである。

そして、この発明の E L 素子では、上記両電極の少なくとも一方を多数の電極部に区割して各電極部に対応する各表示側表面部に上記 3 種のフィルターのうちのいずれか一種のみを有し、隣接する上記各表面部のフィルター同志が互いに異なるようにした構成、ならびに  $SrS:Ce$  発光層を  $ZnS:Mn$  発光層と  $ZnS:Tb$ ,  $F$  発光層との間に配置した構成をそれぞれ好適態様としている。

〔発明の構成・作用〕

第 1 図はこの発明を適用した二重絶縁形のフル

4

カラー表示型薄膜 E L 素子の一例を示すものである。

この E L 素子は、ガラス製の基板 1 上に A l 薄膜あるいはインジウム・スズ複合酸化物 (以下、ITO という) やフッ素を含む酸化スズの如き透明性導電材料の薄膜などからなる背面側電極 2 が平行ストライプパターンで形成されており、この電極 2 を設けた基板 1 の表面に順次、背面側絶縁層 3、 $ZnS:Tb$ ,  $F$  発光層 4、 $SrS:Ce$  発光層 5、 $ZnS:Mn$  発光層 6、表示側絶縁層 7 が積層形成され、さらに表示側絶縁層 7 上に前記同様の透明性導電材料の薄膜からなる表示側電極 8 が背面側電極 2 に対して直交する方向の平行ストライプパターンで形成されている。この表示側表面には赤色光透過フィルター 9 r と緑色光透過フィルター 9 g と青色光透過フィルター 9 b とが表示側電極 8 の各ストライプを覆うように面方向に同一順序で交互に設けてある。

上記構成の E L 素子では、両電極 2、8 間に発光層 4、5、6 の発光開始電圧以上の交流電圧を

5

6

印加した際に、両電極 2、8 の各交差部分においてこれら発光層 4、5、6 が発光する。この発光は、発光層 4 では  $ZnS: Tb, F$  による緑色発光、発光層 5 では  $SrS: Ce$  による青緑色発光、発光層 6 では  $ZnS: Mn$  による黄橙色発光であり、これら発光層 4、5、6 が上下に重なっていることから表示側表面へはこれらの混色発光として到達するが、赤色光透過フィルター 9 r の各領域では赤色よりも短波長側の光がカットされて赤色発光として放出され、緑色光透過フィルター 9 g の各領域では緑色よりも長波長側および短波長側の光がカットされて緑色発光として放出され、さらに青色光透過フィルター 9 b の各領域では青色よりも長波長側の光がカットされて青色発光として放出される。

したがって、両電極 2、8 のパターンをそのストライプが一画素上で多数配置するように細かく設定し、表示側電極 8 を赤色光透過フィルター 9 r で覆われるストライプ群（以下、赤色電極部という）と緑色光透過フィルター 9 g で覆われるス

トライプ群（以下、緑色電極部という）と青色光透過フィルター 9 b で覆われるストライプ群（以下、青色電極部という）とに分離してそれぞれ個別に背面側電極 2 との間で電圧を印加しうる構成とすれば、同一画素を赤緑青の 3 原色およびこれら原色間の全ての中間色の発光で任意に表示することができる。すなわち、赤色電極部のみの使用によつて赤色の原色発光表示、緑色電極部のみの使用により緑色の原色発光表示、青色電極部のみの使用によつて青色の原色発光表示がそれぞれ行えるとともに、いずれか 2 種もしくは 3 種の電極部の使用によつて発光色の混合による中間色発光表示が行える。さらに 3 種の全部の電極部の使用により、3 原色の混合による白色発光表示も可能となる。

なお、中間色発光は、マトリックス表示つまり画素上に細かいドット状の各色発光部が平面的に交互に並んでいるために視覚的に 3 原色の中間色として認められるもので、2 種の電極部に印加する電圧、パルス幅、パルス数、周波数などを変化

7

させて 2 原色もしくは 3 原色の相互の発光の強度を変えることにより、赤-緑間、緑-青間、青-赤間の全ての中間色発光を任意に選択できるとともに、連続的な色調変化も可能である。ただし、各発光層の輝度-電圧特性が異なるため、電圧および周波数変調の場合には連続的な変化は行いにくい。

ここで、上記 EL 素子の発光層 6 を構成する  $ZnS: Mn$  は、本来の発光色がオレンジ色であるが、波長 500~700 nm にわたる広い発光スペクトルを有し、波長 600~700 nm にかけてかなりの赤色成分を含んでおり、しかも 5 KHz 駆動で 6,000 cd/m<sup>2</sup> 以上という非常に高い発光輝度と 3 lm/W 以上の高い発光効率を示すものである。したがって、この EL 素子における赤色発光は、赤色光透過フィルター 9 r の透過によつてある程度は減衰しているが、なお実用性充分な 2,000 cd/m<sup>2</sup> 以上の輝度が得られ、従来の赤色発光用 EL 材料として一般的な  $ZnS: Sm, F$  や  $CaS: Eu$  による発光に比較して格段に高輝度で

8

より赤の原色に近く、カラー CRT の赤色にほぼ一致するものとなしうる。

また緑色発光は、 $ZnS: Tb, F$  発光層 4 による緑色発光の輝度自体が高い上に、 $SrS: Ce$  発光層 5 による発光中の緑色成分が加わることから、4,800 cd/m<sup>2</sup> 以上という実用性充分な高輝度が得られる。さらに青色発光も  $SrS: Ce$  発光層 5 による発光中の青色成分に加え、 $ZnS: Tb, F$  発光層 4 による発光中に一部含まれる青色成分が加わるため、前記提案に係る  $SrS: Ce$  発光層とフィルターとを用いた EL 素子の青色発光よりも高輝度となり、600 cd/m<sup>2</sup> 以上という実用性充分な値が得られる。

なお、発光層 4、5、6 の上下関係は任意に設定できるが、例示のように  $SrS: Ce$  発光層 5 を両  $ZnS$  系発光層 4、6 間に配置した場合に最も高い発光効率を得られることが確認されている。

赤色光透過フィルター 9 r としては、波長 570 nm 以下の光をカットするものがよく、とくに波長 580 nm 以下の光をカットするものが好ましい。

9

10

青色光透過フィルター 9b としては、波長 520 nm 以上の光をカットするものがよく、とくに波長 510 nm 以上の光をカットするものが好ましい。また緑色光透過フィルター 9g としては、透過光の波長域が 500 ~ 580 nm の範囲、とくに好ましくは 510 ~ 570 nm の範囲であるものがよい。

これらフィルター 9r, 9g, 9b を形成するには、通常では所要の選択的光吸収能を有する色素とバインダを含む塗料を調製し、これをスクリーン印刷法などの印刷塗布手段によつて表示側電極 8 上にそのパターンに対応したパターン形状で乾燥後の厚さが 0.5 ~ 2.0  $\mu$ m 程度となるように塗布、乾燥すればよいが、後述する各層 3 ~ 7 および電極 2, 8 と同様の真空中薄膜形成法も採用できる。なお、これらフィルター 9r, 9g, 9b は例示のように表示側電極 8 上に直接形成する代わりに、表示側電極 8 上にガラス板などの透光性基板を配して、この基板上に形成する構成としてもよい。

絶縁層 3, 7 の構成材料としては、既存の絶縁

材料をいずれも使用でき、たとえば  $Ta_2O_5$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $BaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $PbTiO_3$  などが挙げられ、各絶縁層で異なるものを使用してもよい。なお、背面側および表示側絶縁層 3, 7 としては、それぞれの層を構成材料の異なる 2 層以上の積層物としても差し支えない。さらに、各発光層 4, 5, 6 の層間に同様の絶縁層を介在させることもできる。

各層の厚さは、発光層 4, 6 では 2.000 ~ 6.000 Å 程度、発光層 5 ではやや厚く 4.000 ~ 12.000 Å 程度、両絶縁層 3, 7 では 3.000 ~ 8.000 Å 程度、両電極 2, 8 では 1.000 ~ 3.000 Å 程度である。なお、これら各層の形成手段としては、電子ビーム蒸着や抵抗加熱蒸着の如き真空蒸着法、高周波スパッタリングの如きスパッタリング法、イオンプレーティング法などの既存の種々の真空中薄膜形成法を使用材料種に応じて適宜採用できる。

この発明の EL 素子では、例示したように背面

1 1

側および表示側の両電極 2, 8 をパターン化する以外に、両電極の一方のみをパターン化してもよく、またそのパターンは平行ストライプに限らず種々設定できる。

すなわち、一方の電極を多数の電極部に区割して他方の電極をこれら電極部に対する共通電極とし、各電極部に対応する各表示側表面部に前記三種のフィルターのうちのいずれか一種を有し、かつ隣接する上記各表面部のフィルター同志が相互に異なるものとなるようにすることにより、前記同様の発光色変化によるフルカラー表示が可能である。

また、この発明では、素子全体の発光色を変化させる以外に、フォトソングラフイーなどを利用して電極パターンを精細化すれば、ダイナミック駆動つまり線順次走査を用いたドットマトリックス駆動方式によつて一画素ごとに 3 原色およびこれらの中間色さらには白色の発光色変化を行うことができる。

また、この発明は、上述した二重絶縁形の EL

1 2

素子として適用効果が大いだが、一方の電極と発光層との間のみに絶縁層を介在させた単絶縁層形の EL 素子にも適用可能である。

〔発明の効果〕

この発明に係るフルカラー表示型薄膜 EL 素子は、発光層が  $ZnS:Mn$  発光層と  $ZnS:Tb$ 、 $F$  発光層と  $SrS:Ce$  発光層との 3 層からなり、表示側表面に赤色光透過フィルターと緑色光透過フィルターと青色光透過フィルターとが面方向に交互に形成されたものであるため、赤緑青の 3 原色とこれらの間の全ての間色ならびに白色の発光を高輝度かつ高発光効率で行うことができ、しかも素子作製が容易であるという利点がある。

また、上記 EL 素子の表示側電極と背面側電極の少なくとも一方を多数の電極部に区割し、各電極部に対応する各表示側表面部に上記 3 種のフィルターのうちの一種のみを有し、隣接する上記各表面部のフィルター同志が互いに異なるような構成とすることにより、フルカラーの発光を確実に行うことができる。さらに、 $SrS:Ce$  発光層

1 3

1 4

を  $ZnS:Mn$  発光層と  $ZnS:Tb$ ,  $F$  発光層との間に配置した構成とすれば、他の発光層配置構成に比べて高い発光効率が得られるという利点がある。

#### 〔実施例〕

以下、この発明を実施例によつて具体的に説明する。

#### 実施例 1

縦  $3.4\text{ mm}$ 、横  $3.4\text{ mm}$ 、厚さ  $1.1\text{ mm}$  のガラス製基板の一面側に厚さ  $1,500\text{ Å}$  の  $Al$  薄膜からなる背面側電極を抵抗加熱蒸着法によつて各ストライプ幅が  $300\text{ }\mu\text{m}$  の平行ストライプパターンとなるように形成した。

つぎに、この背面側電極上に高周波スパッタリング法によつて  $Ta_2O_5$  からなる厚さ  $5,000\text{ Å}$  の背面側絶縁層を形成し、この上に順次、高周波スパッタリング法による厚さ  $5,000\text{ Å}$  の  $ZnS:Tb$ ,  $F$  発光層、電子ビーム蒸着法による厚さ  $9,000\text{ Å}$  の  $SrS:Ce$  発光層、電子ビーム蒸着法による厚さ  $4,000\text{ Å}$  の  $ZnS:Mn$  発光

層を積層形成し、この上にさらに高周波スパッタリング法によつて  $Ta_2O_5$  からなる厚さ  $5,000\text{ Å}$  の表示側絶縁層を積層形成した。

ついで、この表示側絶縁層上に厚さ  $2,000\text{ Å}$  の  $ITO$  膜からなる表示側電極を電子ビーム蒸着法によつて背面側電極のストライプパターンに対して直交する同様の平行ストライプパターンで形成したのち、厚さ約  $5\text{ }\mu\text{m}$  の赤色光透過フィルターと緑色光透過フィルターと青色光透過フィルターをスクリーン印刷法によつて表示側電極の各ストライプを同順序で交互に覆うように形成し、第 1 図で示す構造のフルカラー表示型薄膜 EL 素子を作製した。

なお、この EL 素子の赤色光透過フィルターは波長  $580\text{ nm}$  以下の光をカットするもの、緑色光透過フィルターは透過波長域が  $510\sim 570\text{ nm}$  のバンドパスフィルター、青色光透過フィルターは波長  $510\text{ nm}$  以上の光をカットするものであった。また、表示側電極は各色の透過フィルターで覆われたストライプ群の電極部ごとに別途に印加

15

電圧、パルス幅、パルス数、周波数などを調整するように設定した。

このようにして作製した EL 素子について、交流電圧を用いて駆動させたところ、表示側電極の赤色電極部と背面側電極との間の電圧印加では第 2 図で示す発光スペクトルの赤色発光、同緑色電極部と背面側電極との電圧印加では第 3 図で示す発光スペクトルの緑色発光、同青色電極部と背面側電極との電圧印加では第 4 図で示す青色発光が得られた。

ちなみに、フィルターを設けずに他は上記 EL 素子と同一構成した EL 素子を同様に駆動させた場合は、第 5 図で示すように波長  $440\sim 650\text{ nm}$  のブロードな発光スペクトルの発光が得られる。

なお、 $5\text{ KHz}$  駆動による発光輝度は、赤色発光が  $2,100\text{ cd/m}^2$ 、緑色発光が  $4,900\text{ cd/m}^2$ 、青色発光が  $6,500\text{ cd/m}^2$  であった。

また、上記素子について、背面側電極に一定のパルス電圧を印加するとともに、表示側電極の各

16

色電極部ごとに加えるパルス幅を変化させて各原色発光の相対輝度を調整することにより、全体の発光色を様々な中間色に変化できた。

第 6 図は色度図であり、図中の実線 a で示す範囲が上記実施例の EL 素子による表現可能な色範囲、同じく破線 b で示す範囲がカラー CRT の色範囲である。この図より、この発明に係る EL 素子の表現色がカラー CRT の色範囲に極めて近似していることが明らかである。なお、第 6 図中、上記の実線 a および破線 b を取り囲む略半楕円状の包囲線は、CIE 色度図の表示によるもので、可視域の色範囲を示したものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明に係るフルカラー表示型エレクトロルミネッセンス素子の構造例を示す縦断面図、第 2 図、第 3 図および第 4 図はこの発明の実施例の同素子における各原色発光時の発光スペクトル特性図、第 5 図は上記実施例の同素子においてフィルターを設けていない場合の発光スペクトル特性図、第 6 図は上記実施例の素子による表現

17

18

可能な色範囲とカラーC R Tの色範囲を示す色度図である。

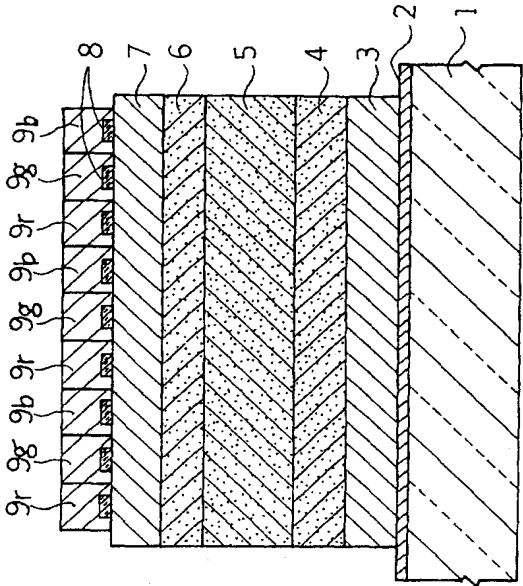
2…背面側電極、3、7…絶縁層、4…ZnS:Tb, F発光層、5…SrS:Ce発光層、6…ZnS:Mn発光層、8…表示側電極、9r…赤色光透過フィルター、9g…緑色光透過フィルター、9b…青色光透過フィルター

特許出願人 日立マクセル株式会社  
代理人 弁理士 祢元 邦夫



19

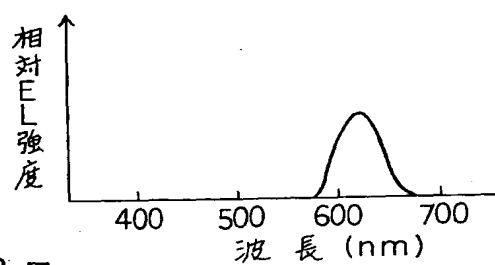
第1図



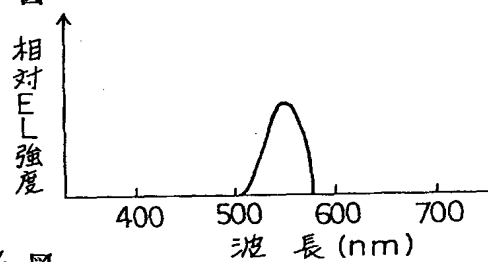
- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 2: 背面側電極         | 8: 表示側電極       |
| 3, 7: 絶縁層        | 9r: 赤色光透過フィルター |
| 4: ZnS:Tb, F 発光層 | 9g: 緑色光透過フィルター |
| 5: SrS:Ce 発光層    | 9b: 青色光透過フィルター |
| 6: ZnS:Mn 発光層    |                |



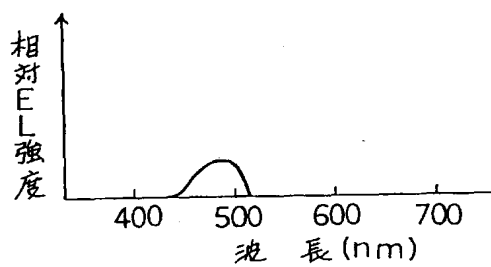
第 2 図



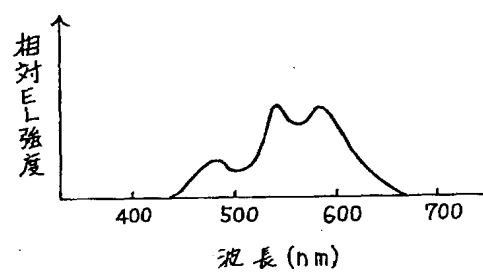
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

